

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 09222524

(43)Date of publication of application: 26.08.1997

(51)Int.CI.

G02B 6/13

(21)Application number: 08030337

(71)Applicant:

TOKAI RUBBER IND LTD

(22)Date of filing: 19.02.1996

(72)Inventor:

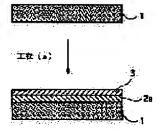
TAKEUCHI TETSUYA

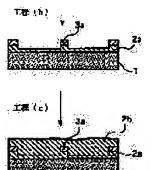
(54) PRODUCTION OF POLYIMIDE OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily and cost effectively obtain an optical waveguide by cutting a second polyimide layer down to a first polyimide layer leaving a specified width and providing the side parts and upper part of a core with the same polyimide layer as the first layer.

SOLUTION: Polyimide is applied on a substrate 1 and is heated to form a lower clad layer 2a. The polyimide having the refractive index higher than the refractive index of the material formed as the clad layer 23a is used and is similarly layered to form a core layer 3. The laminate of the lower clad layer 2a and the core layer 3 is cut on its both sides leaving the width to be formed the core down to the lower clad layer 2a by using a dicing machine. Further, the substrate is subjected to grooving by using the dicing machine. Namely, both sides of the substrate 1 leaving the width to be formed as the core are subjected dicing





down to the lower clad layer 2a from the core layer 3. The front surface and flakes of the core part 3a formed by the cutting are provided with the material of the same compsn. as the compsn. of the lower clad layer as the upper clad layer 2b.

Japanese Publication for Unexamined Patent Application No. 222524/1997 (Tokukaihei 9-222524)

A. Relevance of the Above-identified Document

This document has relevance to <u>claims 1, 9, 19, 20, and 33 to 40</u> of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[CLAIMS]

[CLAIM 1]

A method for manufacturing a polyimide organic waveguide, comprising the steps of:

depositing on a substrate a first polyimide layer and a second polyimide layer having a higher refractive index than that of the first polyimide layer in this order;

carving the second polyimide layer to the first polyimide layer while maintaining a width to be a core using a dicing machine; and

forming a polyimide layer the same as the first polyimide layer on sides and on top of the core.

[CLAIM 2]

The method as set forth in claim 1, wherein polyimide of the first and second polyimide layers is fluorinated polyimide.

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

The present invention provides a manufacturing method of a polyimide organic waveguide, which includes the steps of: depositing on a substrate a first polyimide layer and a second polyimide layer having a higher refractive index than that of the first polyimide layer in this order; carving the second polyimide layer to the first polyimide layer while maintaining a width to be a core using a dicing machine; and forming a polyimide layer the same as the first polyimide layer on sides and on top of the core.

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出觀公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)8月26日 特開平9-222524

(51) Int.Q. G02B 6/1**3**

> 中田田田 庁内整理番号

G02B Ŧ

6/12

技術表示箇所

(21) 田野雄事 特體平8-30337

平成8年(1996)2月19日

(22)出版日

(71)出版人 000219602

群位語式・共踊式・選択反の数2 01

(全 6 頁)

爱知県小牧市大字北外山字语第3600番地 東海ゴム工業株式会社

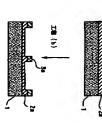
(72) 先明書 **朴内 如由** 爱知果小牧市大学化外山学语符3600番烟

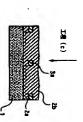
(74)代理人 弁理士 大家 邦久 (外1名) 東海ゴム工業株式会社内

(54) 「発売の名祭」 ポコイミド県光導液路の製造方法

用することなく、低い工程で効率よくポリイミド、特に フッ森化ポリイミド系導被路を製造できる方法を提供す 【課題】 RIE法によらず、また電子線描画装置を使

のボリイベド届よりも国が母の何で終川のボリイベド届 とするポリイミド系光導被路の製造方法。 前記第一の層と同一のポリイミド層を設けることを特徴 ※ド届に至るまで切削し、らいでコアの倒部及び上部に ポリイミド層をコアとなるべき幅を残して第一のポリイ を順次積層した後、ダイシングレシンを用いて、第二の 解決手段】 基板上に第一のポリイミド層と前記第一





【特許請求の範囲】

とするポリイミド系光導波路の製造方法。 前記第一の層と同一のポリイミド層を設けることを特徴 ポリイミド層をコアとなるべき幅を残して第一のポリイ を順次積層した後、ダイシングマシンを用いて、第二の のポリイミド層よりも屈折母の高い第二のポリイミド層 、下隔に至るまで切削し、ついてコアの側部及び上部に 【静永項1】 基板上に第一のポリイミ下層と前記第一

請求項1の記載のポリイミド系光導被略の製造方法。 【発明の詳細な説明】 【請求項2】 ポリイミドがフッ菜化ポリイミドである

[0001]

造方法に関する。 するポリイミド系光導液路用に適した簡易で経済的な製 **被路の製造方法に関し、特に直線状のコアパターンを有** 【発明の風する技術分野】本発明は、ポリイミド系光導

[0002]

問題を解決すべく有機高分子系材料の光導波路の研究が 扱いにくいという欠点もある。そこで、近年、これらの の高温が必要なこと、大面積化が困難であることなど製 材料が主として検討されているが、石灰系材料では光導 **英用化に伴い額々の光通信用部品が開発されている。** 広く行なわれている。 造上に問題があり、またファキシグラ柱に欠けるため取 波路の作製に長時間を要すること、作製時に1000°C以上 しては、光ファイバーで実証されている低損失の石英系 れら光通信用部品を実装する際の光配線(光導波路) 【従来技術】光ファイバの開発による光通信システムの

ブ・イオン・エッチング (RIE) を含む方法により光 より除去し、最後に残存するアルミニウム層をウェット の大きなポリイミドコア層を形成し、その上に蒸着によ び耐湿性に使れ、かつその重合成分の組成などを変える エッチングにより除去するという、いわゆるリアクティ チングにより除去し、ポリイミドをドライエッチングに たたフジスト圏を形成し、アパニロムをウェットエッ 磐光、現像、アフターペークを行ない、パターコングさ りアルミニウム層をつけ、レジスト盤布、プリベーク は、ポリイミドの下部クラッド層の上にこれより屈折率 る。また、耐熱温度は300℃以上であり、電子材料と な屈折率差の制御が容易に行なえるという特性を有す ことにより光導波路のクラッド部とコア部との間で必要 、下、特にフッ株化ポリイミドは光透過性、耐熱性およ るポリイミド系の光導被路用が提案されている。ポリイ れ、絶縁膜、プリント配線板などの電子材料に実績のあ 9807号公報には、耐熱性、電気的性質、機械的性質に優 フキツレラ疝を確えてこめが、煙憋疝に光め。発眠耳4-は、低い温度で成形可能であり、石英系材料に比べてフ いるポリメチルメタクリレート等のポリアクリレート数 してハンダ接合時の耐熱性を備えている。 上記公報で 【0003】有機高分子材料の中で、光透過性を備えて

導液路を製造している。

E法に比べ作製プロセスを大幅に簡略化でき自由措画が 加させて光導波路のコアとし、必要によりその上に下的 介して照射し下部クラッド上部の照針部分の屈折率を描 **「自然なめり、 コア森を自由に致えられるなどの利点がめ** とする方法が開示されている(特開平7-102088号公報お クラッドと同一組成のポリイミド層を設け上部クラッド て、フッ操化ポリイミドに電子線(放射光)をマスクを よび特開平7-209537号公银)。この方法によれば、R I 【0004】ポリイミド系光導被路の街の敷造街とし

[0005]

製造できる方法を提供することにある。 は、RIE法によらず、また電子線描画装置を使用する な電子線描画装置を必要とする。従って、本発明の目的 は電子線をコアのパターンに照射するため高精度で高価 いったへ、低い川陸の必用はヘボシムミド状の異複器や 【殆明が解決しようとする瞑題】しかし、上記の方法で 【課題を解決するための手段】本発明者らは、光導波路

のコアパターンが直線的等比較的単純な場合には、シリ

光導波路を製造できることを確認し本発明を完成するに ローンウェーベなどのチップ合においた一般に使用され

ているダイシングァシンを使用することにより効率的に

イミド層を設けることを特徴とするポリイミド系光導液 ミド層と前記第一のポリイミド層よりも屈折率の高い第 路の製造方法を提供するものである。 幅を残して第一のポリイミド層に至るまで切削し、つい マシンを用いて、第二のポリイミド層をコアとなるべき **たコア部分の倒部及び上部に倒門第一の届と同一のポリ** 【0007】すなわち、本発明は基板上に第一のポリイ 二のポリイミド層をこの横に樹層して扱け、ダイシング

ためレシ株介共リイミドである。 か一方または双方にフッ素原子が結合したものから得ら る。特に好ましいのは、酸二無水物、ジアミンのいずれ 合物、さらには他の添加剤を添加したものが用いられ 製造することができる。 ポリイミドとしては、ポリイミ はテトラカルボン酸またはその誘導体とジアミンとから アとしてポリイミドを使用する。このようなポリイミド ド単体、ポリイミド共産合体、2種以上のポリイミド頃 【発明の実施形態】本発明においては、クラッド及びコ

メリット殿、ピス (3, 5ージ (トリフルオロメチル) プロピル) ピロメリット酸、ペンタフルオロエチルピロ る。(トリフルオロメチル)ピロメリット酸、ジ(トリ ジアミン類の具体例としては以下に示すものが挙げられ ミドの原料となるテトラカルボン酸とその誘導体、及び フルオロメチル) ピロメリット酸、ジ (ヘプタフルオロ 【0009】このようなポリイミド及びフッ株化ポリイ 0

フェノキシ) フェニル} ヘキサフルオロプロパン、ビス キス (トリフルオロメチル) ベンゼン、3, 4, 9, 1 シ) (トリフルオロメチル) ペンゼン、ピス (ジカルボ パン、5、5′ーピス (トリフルオロメチル) -3、 カルボキシジフェニルスルホン、2, 2ービス (3, 4 ポキンジフェニルメタン、3,3',4,4'ーテトラ ルボキシナフタレン、3、3′、4、4′ーテトラカル シ) テトラフルオロベンゼン、1, 4-ビス) 3, 4-メチルジシロキサン、ジフルオロピロメリット酸、1, シ) ピス (トリフルオロメチル) ピフェニル、ピス シ) ジフェニルエーテル、ピス (ジカルボキシフェノキ ピス ((トリフルオロメチル) ジカルボキシフェノキ フェニル、アス ((トリフルオロメチル) ジカラボキシ ガボン酸、2、2ーピス(4-(3、4ージカブボギシ 0ーテトラカルボキシベリレン、2、2ーピス(4-**5) ベンゼン、アス (ジカルボキシフェノキシ) テトラ** ス (ジカルボキシフェノキシ) ビス (トリフルオロメチ キシフェノキシ) (トリフルオロメチル) ベンゼン、ヒ ピス ((トリフルオロメチル) ジカルボキシフェノキ フルオロメチル) ジカルボキシフェノキシ) ベンゼン、 4′ーテトラカルボキシベンソフェノン、ピス | (トリ 4, 4' ーテトラカルボキシジフェニルエーテル、5, 5, 5' -ピス (トリフルオロメチル) -3, 3', カルボキシジフェニルエーテル、2, 3, 3′, 4′-ジカルボキシトリフルオロフェノキシ) オクタフルオロ 4ーピス(3、4ージカルボキシトリフルオロフェノキ フェノキシ) ビス(トリフルオロメチル)ピフェニル、 5′ -ビス (トリフルオロメチル) -3, 3′, 4, 3, 3', 4, 4'ーテトラカルポキシピフェニル、 2′、5、5′ーテトラキス(トリフルオロメチル)-3′, 4, 4′ーテトラカルボキシピフェニル、2, ージカハボキシフェニル) プロパン、2、2ービス トラカルボキシナフタレン、1, 4, 5, 6ーテトラカ テトラカルボキシジフェニルエーテル、3, 3′, 4, フェニルテトラカルボン酸、3,3′4,4′-テトラ ピフェニルなどである。 1、3ーピス(3、4ージカルボキシフェニル)テトラ ((トリフルオロメチル) ジカルボキシフェノキシ) ア (3, 4ージカルボキシフェノキシ) フェニル} プロパ (3: 4ージカルボキシフェニル) ヘキサフルギロプロ **1ーテトラカルボキシナフタレン、1, 4, 5, 1ーテ** 4、 -ペン义フェノンテトラカルボン酸、2、3、6、 フェノキシ) ピロメリット觀、2、3、3′、4′ーピ (3, 4ージカルボキシフェニル) ジメチルシラン、 ブタンテトラカルボン酸、シクロペンタンテトラカ

【0010】ジアミンとしては、例えば次のものが挙げられる。mーフェニレンジアミン、2、4ージアミノトルエン、2、4ージアミノキシレン、2、4ージアミノデュレン、4ー(1H、1H、11Hーエイコサフルオロウンデカノキシ)-1、3ージアミノベンゼン、4ー

ス(トリフルオロメチル) ベンゼン、ビス(アミノフェ

ノキシ) テトラキス (トリフルオロメチル) ベンゼン

ジジン、3,3'ージアセチルベンジジン、2,2'ー 3、3' - ジメトキシベンジジン、2、2' - ジメトキシベンジジン、3、3'、5、5' - テトラメチルベン ルフェノキシ) ベンゼン、ピス (アミノフェノキシ) ピ テルフェニル、1、4ーピス (pーアミノフェニル) ベ ル、3、3′ -ピス (トリフルオロメチル) -4、4′ ルオロメチル) ー4、4′ージアミノジフェニルエーテ ルエーテル、3, 3′ −5, 5′ −テトラキス (トリフ 4' ージアミノジフェニルエーテル、3, 3' ービス タン、2、2′ービス (トリフルオロメチル) ー4、 ン、1,7~ビス(アニリノ)テトラデカフルオロヘブ ブタン、1、5ービス (アニリノ) デカフルオロペンタ ロプロパン、1、4ーピス (アニリノ) オクタフルオロ オロプロパン、1、3ーピス(アニリノ)へキサフルオ タン、2, 2ービス (pーアミノフェニル) ヘキサフル アミノジフェニルメタン、1, 2ービス (アニリノ) エ フェニルエーテル、3、3′ージメチルー4、4′ージ プロバン、3、3′ージメチルー4、4′ージアミノジ エニルスルホン、2、2ーピス (pーアミノフェニル) ージアミノジフェニルメタン、4、4′ージアミノジフ ル、4、4′-ジアミノジフェニルエーテル、4、4′ エニル、オクタフルオロベンジジン、3,3′ービス ピス (トリフルオロメチル) ー4, 4′ ージアミノピフ ジメチルベンジジン、3、3′ージメチルベンジジン、 ーファオロブチァ) ベンゼン、ベンジジン、2、2′-ーフルオロヘキシル) ベンゼン、2、5ージアミノ(パ ンタフルオロエチル) ベンゼン、2、5ージアミノ(パ テトラ (トリフルオロメチル) ベンゼン、ジアミノ (ペ ン、2、5ージアミノベンソトリフルオライド、ビス 2, 3, 5, 6ーテトラメチル-p-フェニレンジアミ pーフェニレンジアミン、2、5ージアミノトルエン、 ロー1ードデカノキシ) ー1、3ージアミノベンゼン、 ペンゼン、4ー(1H, 1H, 2H, 2Hーパーフルオ パーフルオロー1-ヘキサノキシ) -1,3-ジアミノ ージアミノベンゼン、4ー(1H, 1H, 2H, 2H-5, 6ーテトラフルオロフェノキシ) -1, 3-ジアミ 4- (1H, 1H-パーフルオロ-1-オクタノキシ) ロー1ーヘブタノキシ)-1、3-ジアミノベンゼン、 3ージアミノベンゼン、4-(1H, 1H-バーフルオ ンゼン、pーアス(4ーアミノー2ートリフルオロメチ ージアミノベンソフェノン、4,4″ージアミノーpー ノベンゼン、4-(4-フルオロフェノキシ)-1,3 (トリフルオロメチル) ー4、4′ ージアミノビフェニ - 1、 3 ージアベノベンゼン、4 ーペンタファギロフェ (トリフルオロメチル) -4, 4′ -ジアミノジフェニ (トリフルオロメチル) フェニレンジアミン、ジアミノ ノキシー1,3ージアミノベンセン、4-(2,3, (1H, 1H-パーフルオロ-1-ブタノキシ) -1,

> ルオロベンゼン、1, 4ージアミノテトラフルオロベン ル) スルフィド、1、3ーピス(3ーアミノプロピル) ヘキサンパオログロバン、ピス ~ (トリンパオロメチ ルオロメチルフェノキシ) ピフェニル、4, 4′ーピス フェニル) ヘキサフルオロプロパン、2、2ーピス (4 ロバン、2、2-ビス(4-(3-アミノフェノキシ) フェニル) ジフェニルスルホン、2、2ーピス [4-**ハ) プロパン、4, 4' - アス (3-アミノフェノギシ** 4, 4''' -ジアミノ-p-クオーターフェニル、 シ) オクタフルオロピフェニル等がある ゼン、4,4′ーピス(テトラフルオロアミノフェノキ フェニル) ジエチルシラン、1,3-ジアミノテトラフ プロプラジメチラシリラ) ベンガン、アス(4-アミノ テトラメチルジシロキサン、1,4ーピス(3ーアミノ トラフルオロー4ーアミノフェニル) エーテル、ビス ロイソプロピル) ベンゼン、ビス (2, 3, 5, 6ーテ - (2〔 (アミノフェノキシ) フェニル] ヘキサフルオ アミノナフタレン、2、6ージアミノナフタレン、ビス ルオロプロパン、ジアミノアントラキノン、1, 5ージ ルオロメチル) アミノフェノキシ) フェニル] ヘキサフ ル) アミノフェノキシ) ピフェニル、ピス〔 [(トリフ ミノー3ートリフルオロメチルフェノキシ) フェニル) シ) ジフェニルスルホン、2、2ーピス {4-(4-ア ービス(3-アミノ-5-トリフルオロメチルフェノキ オロメチルフェノキシ) ジフェニルスルホン、4、4′ フェニル、4、4′ーピス(4ーアミノー2ートリフル ロプロバン、4、4′ービス(4ーアミノー2ートリフ 3, 5ージトリフルオロメチルフェニル} ヘキサフルオ バン、2,2-ピス(4-(4-アミノフェノキシ)--シ)-3、5-ジメチルフェニル) ヘキサフルオロプロ プロバン、2,2ービス(4ー(4ーアミノフェノキ - (2-アミノフェノキシ)フェニル) ヘキサフルオロ (4~アミノフェノキシ)フェニル) ヘキサフルオロブ 2, 2-ビス (4- (p-アミノフェノキシ) フェニ 4, 4' -ビス (p-アミノフェノキシ) ピフェニル (4-アミノー3ートリフルオロメチルフェノキシ) ピ (2, 3, 5, 6ーテトラフルオロー4ーアミノフェニ

【0011】本発明の製造方法を添け図面に基いて裁明する。図1(a)~(c)は本発明による光導波路形成工程を示す断面図であり、(a)は下部クラッド圏およびコア層の形成工程、(b)は切削工程、(c)は上部クラッド圏形成工程を示す。以下、各工程について裁明クラッド圏形成工程を示す。以下、各工程について裁明する。

【0012】工程(a)

基板(1)上に下部クラッド層(2 a)およびコア層(3)を順次形成する。基板(1)としては石英、シリコン等の鏡面研磨した平滑度の高いものが用いられる。 本工程では基板1上にクラッド層用のポリイミドをスピンコート法により養布し、加熱することにより下部クラッド層(2 a)を形成する。下部クラッド層の厚さは特

に制限されないが、実用的には5~100μm程度である。次いでクラッド層とした材料よりも風折率の高いポリイミドを用い、同様に層形成しコア層(3)とする。コア層の厚さは適常5~50μm程度である。コア層(3)に用いる材料と下部クラッド層(2a)に用いる材料と下部クラッド層(2a)に用いる材料と下部クラッド層(2a)に用いる材料とは、風折率をコア層の方が高く、特にシングルモードに設計する場合は比風折率差が0.3%程度となるポリイミドンに選定する。このような比風折率差となるポリイミドは原料モノマーを選択することにより容易に得ることができる。

[0013] 工程 (b)

工程(a)で特た下部クラッド層およびコア層の積層体をダイシングマシンを用いて、コアとなるべき幅を残してその両側を下部クラッド層(2a)に至るまで切削する。ここで使用するダイシングマシンは図2(a)に概略構成の斜視図を、また図2(b)にスピンドル部(10)にプレードを取り付けた状態の拡大図を示すように、スピンドル部にスチールの外周にダイヤモンドを固着した幅の1mm程度の円板状プレード(12)をフランジ(11)で固定し、スピンドル部のプレードとサンプルステージ上の加工材料との位置関係を、スピンドル上下送りテーブル(13)、前後送りテーブル(14)、及びサンプル左右送りテーブル(15)の作用によりそれぞれる方向、Y方向およびX方向へ特度よく関節できるものである。このようなダイシングマシンとしては、既に半導体基板の切断等のために利用されている

【0014】本工程では、このダイシングマシンを用い、工程(a)で層形成された基板に撰入れ加工を施す。 讚入れ加工は、基板に対してコアとなるべき幅を残してその両側をコア層(3)から下部クラッド層(2a)に至るまで行なう。コアとなるべき幅としては通常コア層の厚みと同程度である。 講の傾は、ブレードの個に左右されるが、光導被路を並列して作製する場合、その幅が狭すぎると各コア中を伝搬する光信号が開接するコアに溺れ出すことがあり、また円板状プレードの傾による制限から100μm程度以上とする。

ものを臨用出来る。

[0015] <u>工程(c)</u>

切削により形成されたコア部(3a)の上面および側面に下部グラッド層と同一組成の材料を上部グラッド層(2b)として設ける。この工程によりコア部(3a)がグラッド層(2a,2b)に埋設される形となり、光導波路が形成される。上部グラッド層の形成は工程(a)の層形成と同様にして行なうことができる。上部

関である。 【0016】 クラッド層の厚さはコア部の上面から5~100 μ m程

【実施例】以下、実施例により本発明をさらに具体的に 説明するが、本発明は下記の記載により限定されるもの ではない。

【0017】直径3インチのシリコンウェーへにポリイミドワニス(日立化成工業社製: OPIN 1005(50cp))をスピンコート法により加熱硬化後の厚みが15μ両以上となるように強布した後、最高担度350℃にて2時間加熱処理を行ない下部クラッド層を形成した(基板に対して水平方向の屈折率1.551)。次に、この下部クラッド層の上にスピンコート法によりポリイミドワニス(日立化成工業社製: OPIN 205(50cp))を加熱硬化後の厚みが8μ両以上となるように強布した後、最高組度350℃にて2時間加熱処理を行ない、コア層を形成した(基板に対して水平方向の屈折率1.556)。

【0018】 吹いて、ダイシングャシン(岡本工作機械 社製: MID-6D)に0.1 mm厚のダイキモンドプレード (大阪ダイヤモンド社製: DZCE0013NBC-22060)を取付け、コア陽表面から、深さ13μm、幅8μmのコア的 を残すように、ボリイミド層を切断した。次に、コア層 の上に、下部クラッド層の形成に使用したのと同じボリ イミドワニスを、スピンコート法により加熱硬化後の厚 みが8μm以上となるように盤布し最高固度350℃に て2時間熱処理を行ない、コア部を埋散し、フッ操化ボ リイミドからなる光導波路を作製した。最後にシリコン ウエーハをダイシングマシンによりチップ化し、切断面 を研修した。この光導波路の光伝機損失を波長13μm の搭板に対して水平方向の偏光を通して脚定したとこ ろ、0.3 d B / cmであった。

[6100]

【発明の効果】本発明は、コアおよびクラッドをポリイ

※ドとした光導政路の製造方法であって、基板上に第一のポリイ※ド層と前記第一のポリイ※ド層よりも屈折率の高い第二のポリイ※ド層を順次按層した後、ダイシングマシンを用いて、第二のポリイ※ド層をコアとなるべき幅を投して第一のボリイ※ド層に歪るまで切別し、ついでコアの側部及び上部に前記第一の層と同一のポリイ※「層を設けることを特長とするものである。本場明によれば、半導体販透過数で通常使用されれているダイシングマシンを用い、特に直接コアバターン等の単純なバケーシンらなる光導放路を簡易にかつ経済的に製造することができる。

(E)

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による光導波路形成工程を示す。

【図2】 (a) はダイシングッシンの一回を示す処況図、(b) はダイシングッシンのスピンドラ館にプラードを取り付けた状態の摂大図である。

1 基板

【符号の説明】

2 a, 2 b クラッド層

3 = 7 m

3 a コア部

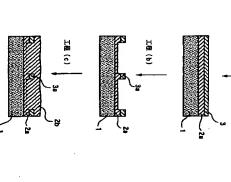
10 スピンドラ郎

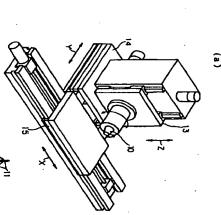
9

11 フランジ 12 プレード

スピンドル上下送りテーブル

14 スピンドル前後送りテーブル15 スピンドル左右送りテーブル





6

[<u>|</u>

[図2]